黑胸散白蚁腹腺的形态学与细微构造*

朱海清　赵　刚　汪文陆
（南开大学生物系昆虫学教研室，天津）

摘要　对黑胸散白蚁（*Reticulitermes chinensis* Snyder）腹腺整体装片和切片进行了描述。腹腺分前、后两部分。"腹腺前部"有两类分泌细胞和一个中央腔。两类分泌细胞中，一类是圆形，个体较大；另一类细胞突起很长，具扁平的核。复盖于腹腺前部的体壁上有许多小管和一些感器，表明腹腺前部的分泌细胞产物可能是经体壁上的小管或者先贮存于中央腔中，再经体壁小管逸出体外。"腹腺后部"由大的椭圆形分泌细胞组成。根据腹腺前部紧贴于第V腹节表皮层，而腹腺后部是可动的，并且复盖于腹腺后部的体壁上无排出小管，作者认为这些细胞的分泌物可能是释放入血淋巴中。腹腺前部及腹腺后部分泌细胞的分泌物可能有不同的机能，有待于进一步研究。

关键词　黑胸散白蚁　腹腺　形态学　细微构造

早在上世纪末 Grassi 和 Sandias（1896—1897）已报道木白蚁 *Kalotermes flavicollis*（Fabricius）具有腹腺结构，但是直至本世纪60年代初 Lüscher 和 Müller 发现了湿木白蚁 *Zootermopsis* 腹腺分泌物含有追踪信息素（trail pheromone）才引起各国白蚁研究者对白蚁腹腺的重视（Stuart, 1964）。自此，一些学者开展了白蚁追踪信息素的分离、提取、结构鉴定，直至应用于防治工作的研究。一些学者则进一步探查白蚁腹腺具有分泌追踪信息素以外，是否还可能具有其它的机能，因而对各类白蚁腹腺的组织学、生理学、形态学进行深入的研究。其中 Mosconi-Bernardini 等（1964），Smythe 等（1966）用光学显微镜、Quennedey（1971b），Liang 等（1979）用透射或扫描电子显微镜对鼻白蚁科（Rhinotermitidae）散白蚁属（*Reticulitermes*）的许多种白蚁的腹腺组织学及超微结构进行了研究，根据各自的观察，对散白蚁腹腺的形态学和分泌细胞类别提出不同的见解和结论，众说纷纭，有待进一步研究阐明。

黑胸散白蚁（*Reticulitermes chinensis* Snyder）在我国长江流域以及北方的北京、天津、西安为害房屋木结构（蔡邦华等，1964；南开大学生物系等，1979）。对其腹腺组织学、形态学等方面国内外尚无报道。本项工作为探索散白蚁腹腺的机能提供形态学和组织学资料。

材料和方法

以采自天津市南开区黑胸散白蚁成熟工蚁为材料，用下列方法制片后进行观察。

（一）腹腺整体装片　切取 Bouin 氏液固定的白蚁第V腹板（其内壁附有腹腺的部

本文于1987年10月收到。
* 我系电镜室樊廷玉、崔同昌、摄影室王树荣等老师参加部分工作，特此致谢。

位)，用蒸馏水冲洗，Hensen 氏钾矾苏木精液染色。酸水分色、流水冲洗、乙醇脱水、二甲苯透明，将材料移至载玻片，使腹面向上，加拿大树胶封片。

(二) 第 V 腹板装片　切取 3%醋酸液固定的白蚁腹部第 V 腹板（内壁附有腹腺的部位)，将腹腺除去，腹板用 1%酸性复红染色，将材料置载玻片上，腹面向上，用 Hoyer 氏封固剂封片。

(三) 腹腺组织切片　切取 Brasil 氏液固定的白蚁第 IV—V 腹板（内壁附有腹腺)，按石蜡切片常规方法制备 5—7 μm 纵切和横切的连续切片，Delafield 氏苏木精-伊红染色、乙醇脱水、二甲苯透明、加拿大树胶封片。在 Olympus 相差显微镜下观察并拍照。

(四) 超薄切片　切取内壁着生腹腺的第 V 腹板，经 2.5%戊二醛和 1% 四氧化锇双固定、环氧树脂"812"包埋后，用 LKB 型超薄切片机切片，经醋酸双氧铀和柠檬酸铅双染，在 Philips EM 400-ST 电镜下观察并拍照。

腺体的描述和讨论

(一) 腹腺的一般形态　从腹腺整体装片可以透过无色透明的第 V 腹板看到着生其内壁的腹腺(图版 I:1)。腹腺由前、后两部分组成，按 Liang 等 (1979) 称之为"腹腺前部"(图版 I:1-SGa) 和"腹腺后部"(图版 I:1-SGp)。腹腺前部呈心脏形，细胞核密集，因而染色较深，最宽处约 269 μm，中央处向后延伸，嵌于腹腺后部的前部中间，长度约 240 μm。腹腺后部呈半圆形，细胞核稀疏染色较浅。最宽处约 260 μm，中央的长度约 144 μm。以上观察表明黑胸散白蚁腹腺的着生部位和形态与 Liang 等 (1979) 对家白蚁 (*Coptotermes formosanus* Shiraki) 及散白蚁属的其它种类如沙地散白蚁 (*R. arenincola* Goellner)、欧美散白蚁 (*R. flavipes* Kollar)、干地散白蚁 (*R. tibialis* Banks)、美国散白蚁 (*R. hesperus* Banks)、南方散白蚁 (*R. virginicus* Banks)、浅色南方散白蚁 (*R. hageni* Banks) 等的观察是相似的。

此外，在解剖黑胸散白蚁时，可以观察到整个腹腺前部紧贴腹板表皮上，而腹腺后部仅是附于腹板表皮上，用小针拨动腹腺后部能使它游离于表皮而活动，这与 Liang 等 (1979)所观察的几种白蚁腹腺相同。

(二) 第 V 腹板外表皮结构　观察第 V 腹板装片。在复盖于腹腺前部的第 V 腹板中央稍偏前缘的地方可以看到一个三角形凹陷区，按 Liang 等 (1979) 称之为"凹陷的三角区"(图版 I:2-TD)，沿此三角区的 V 形双臂上分布 16 个左右的钟形感器 (图版 I:2、3-CS)，靠近 V 形的上端，每侧有 1—2 个栓感器(图版 I:3-PS)，在凹陷的三角区及其外侧附近有许多小孔(图版 I:3-po)。以上观察到的凹陷的三角区及感器的类型、分布、数量与 Liang 等 (1979) 在家白蚁及几种散白蚁(欧洲散白蚁除外)的第 V 腹板上所观察到的相似。

(三) 腹腺的组织学　观察石蜡切片可见第 IV-V 腹节矢中纵切片上腹腺前部 (图版 I:4-SGa) 位于第 IV 腹神经节 (图版 I:4-G) 腹侧。第 IV 腹板向后延伸复盖于腹腺前部着生的第 V 腹板的外面，并与之形成一个狭长的空隙(图版 I:4-SIV)，Mertins 等 (1971) 认为"可能是腺体分泌物的外贮囊"(图版 I:4-R)。

腹腺前部的纵切面呈不对称的哑铃形，其前半部隆起较大，高约 34 μm，中央有一团直径约 5—10 μm 的大形细胞，细胞核内有许多染色很深的颗粒，细胞质内有许多液泡，靠近体壁一端具微绒毛(图版 I:5、6-Mv)，Mertins 等 (1971) 称这类细胞为“前部球形细胞”(图版 I:4-A)。Mosconi-Bernardini 等 (1964)、Smythe 等 (1966) 以及 Quennedey (1971b) 虽然给予这类细胞不同名称，但是一致认为它们是有分泌功能的细胞。腹腺前部的中部下凹，后部又隆起，高约 29 μm。

在前部球形细胞的背侧是几层具有深色扁平状细胞核的细胞，其细胞质呈纤维状突起，向后延伸。Mertins 等(1971)称它们为“扁平细胞核”(图版 I:4-F) 和“结缔纤维”(图版 I:4-C)。我们称这类细胞为“具扁平核细胞”。

在前部球形细胞团之后，即腹腺腹面的中部，有一个椭圆形染色较浅的“腔”(图版 I:4-L, II:1-L)。此腔长约 64 μm，高约 4 μm，宽约 55 μm。复盖于腔上的体壁较厚(约 4 μm)，几丁化程度较强，其间有许多与表皮垂直的小管 (图版 II:1-d)。在腔的后方和背侧分布着具扁平核细胞。它们的纤维状细胞质突起(图版 I:4-C, II:1-C) 伸向腔的周缘。Mosconi-Bernardini (1964) 称这类“具扁平核细胞”为“小细胞”，并推测它们形成排泄管，其功能是将腹腺前部或后部，或两部的腺细胞分泌物输送到“腔”，再经腹侧体壁孔排出体外。Mertins 等 (1971) 同意此分析。Quennedey (1971b) 则称这类细胞为“具管腺细胞 I 型”，具有分泌功能。只根据石蜡组织切片，我们难以判断，有待电镜观察。

此外，从腹腺横切面上可以看到复盖于腹腺前部的体壁腹中线向背面凹入形成沟(图版 I:5-Gr)。靠身体前端的“沟”比较深，有时还有表皮外突起(图版 I:5-Apo)。此沟在腹腺前部中间，变得很浅，并且此处体壁呈疏松状(图版 I:4、6-Cu)。Mosconi-Bernardini 等 (1964)曾观察到此处体壁断裂形成腺体与外界相通的小管。我们推测前部球形细胞的分泌物经这些小管逸出体外而不经过腔。

腹腺后部沿腹中线是很薄的一层细胞，向身体两侧逐渐加厚。因此在矢中切片上所看到的腹腺后部是不明显的一薄层细胞(图版 I:4-SGp)。从横切片上则可看到位于腹中线两侧的腹腺后部由许多大形细胞组成，与 Mertins 等 (1971) 描述的家白蚁腹腺后部细胞相似，称为“后部椭圆形细胞”(图版 II:2-P)，细胞体积较大，约 10 × 28 μm，细胞核内核仁明显(图版 II:2-Nu)，细胞质内有许多液泡(图版 II:2-Va)。Quennedey(1971b) 将“后部椭圆形细胞”称为“具管腺细胞 II 型”，认为其分泌物是通过一种特化的管细胞输送至腹腺前部的腔，再经腔腹侧的体壁分泌到体外 (Mertins 等，1971)。在黑胸散白蚁腹腺后部未能看到特化的管细胞，并且根据作者解剖时看到腹腺后部与体壁表皮层连接不紧密，以及复盖于腹腺后部的体壁上无小孔和小管，我们据此推测这类细胞的分泌物可能是进入体内而属于内分泌性质。

(四) 腹腺细胞的超微结构 观察超微切片见“前部球形细胞”的细胞质内有极丰富的线粒体(图版 II:3-Mi)、球形电子透明的脂类分泌物“脂质球”(图版 II:3-Li) 溶酶体 (图版 II:4-Ly) 以及细胞与体壁相近的一端有微绒毛(图版 II:3-Mv)，表明这类细胞是典型的分泌细胞。“具扁平核细胞”的细胞质内含物与“前部球形细胞”明显不同，在其细胞内有许多小的电子致密度较高、边缘光滑的椭圆形分泌颗粒 (图版 II:5-SG)。此外，还有许多糖原颗粒(图版 II:5-Gl) 和沿着延长的细胞突起平行排列的微管(图版 II:5-Mt)。

根据以上观察，我们赞同 Quennedey（1971a）的意见，即这类细胞可能是一种分泌细胞。"后部椭圆形细胞"细胞质的内含物与上述两类分泌细胞明显不同，其高尔基复合体(图版 II:6-Go）较显著，附近有许多电子致密度较大的小形分泌颗粒(图版 II:6-SG）和大的分泌块(图版 II:6-S)。

以上观察表明黑胸散白蚁"腹腺前部"的两类分泌细胞和"腹腺后部"的分泌细胞在组织学上有明显差异，因此其分泌物的作用也可能是不同的。有关腹腺前部和后部各自的机能今后有必要进一步分别研究。腹腺内感觉神经细胞的组织学，将另行报道。

参 考 文 献

蔡邦华、陈宁生 1964 中国经济昆虫志第八册等翅目。科学出版社。

南开大学生物系昆虫教研室白蚁研究小组、天津市河北区洪顺里房管站白蚁防治研究小组 1979 天津市黑胸散白蚁生物学研究初报。南开大学学报 (1): 103—10。

Liang, M. Y., H. C. Coppel, F. Matsumura & G. Esenther. 1979 Exocuticular structures on the sternal gland segments of Rhinotermitidae. *Sociobiology* **4**(2): 169—90.

Mertins, J. W., H. C. Coppel & F. Matsumura.1971 Sternal gland in *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinotermidae). *Ann. Entomol. Soc. Amer.* **64**(2): 478—90.

Mosconi-Bernardini, P., & M. L. Vecchi. 1964 Osservazioni istologiche e fluoromicroscopiche sulla ghiandola sternale di *Reticulitermes lucifugus* (Rhinotermitidae). *Symp. Genet Biol. Ital.* 13 169—77.

Quennedey, A. 1971a Les glandes exocrines des Termites. I. Etude histochimique et ultrastructurale de la glande sternal de *Kalotermes flavicollis* Fab (Isoptera, Kalotermitidae). *Z. Zellforsch. Mikrosk. Anat.* 121: 27—47.

Quennedey, A. 1971b Les glandes exocrines des Termites. II. Organisation de la glande sternale des Rhinotermitidae. Etude ultrastructurale préliminaire. *C. R. Aci. Paris.* **273**(D): 376—9.

Smythe, R. V., & H. C. Coppel 1966 A preliminary study of the sternal gland of *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae). *Ann. Entomol. Soc. Amer.* **59**: 1008—10.

Stuart, A. M. 1964 The structure and function of the sternal gland in *Zootermopsis nevadensis* (Isoptera). *Proc. Zool. Soc. London.* **143**: 43—52.

Stuart, A. M., & P. Satir. 1968 Morphological and function aspects of an insect epidermal gland. *J. Cell Biol.* **36**: 527—49.

MORPHOLOGY AND FINE STRUCTURES OF THE STERNAL GLAND OF *RETICULITERMES CHINENSIS* (ISOPTERA: RHINOTERMIDAE)

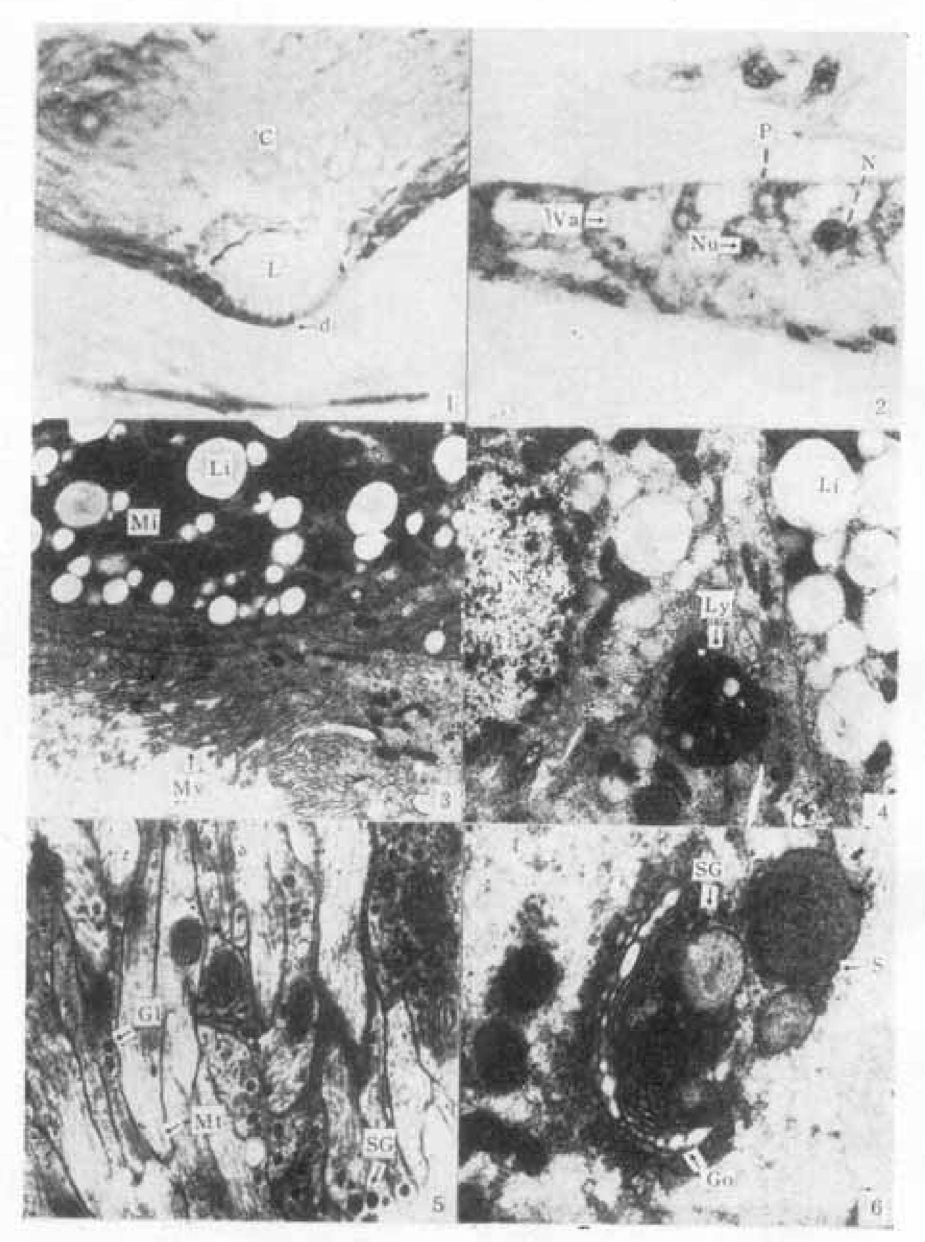
ZHU HAI-QING ZAO GANG WANG WEN-LIU

(Department of Biology, Nankai University, Tianjin)

The sternal gland of *Reticulitermes chinensis* Snyder was studied microscopically in whole mounts and in serial sections. It was found that the gland consists of anterior and posterior portions. The anterior portion is composed of a large central lumen and two types of secretory cells: one is globose with sphariform nucleus and the other has flat nucleus and elongate cellular processes. The anterior portion is attached firmly to the epidermis of the fifth sternite and possesses numerous cuticular ductules and several sensillae. It is suggested that the secretion of the secretoty cells are released to the outside through the cuticular ductules or stored in the central lumen until discharging through the ductules. The posterior portion of the gland is composed of large oval vacuolated secretory cells and attached movably to the epidermis of the fifth sternite. The cuticle of the posterior portion is devoid of cuticular ductules and the cellular secretion of this portion is probably released into the haemolymph. Further work is needed to determine the function of different secretory cells in each portion of the sternal gland.

Key words *Reticulitermes chinensis*——sternal gland——morphology——fine structures

1.腹腺装片示"腹腺前部"（SGa），"腹腺后部"（SGp）。（约×130） 2.第V腹板装片示"腹腺前部"的"凹陷的三角区"（TD）的部位，钟形感器（CS）。（约×200） 3.第V腹板装片示"腹腺前部"的"凹陷的三角区"（TD）及钟形感器（CS）、栓形感器（PS）、小孔（Po）（约×600） 4.腹腺矢中切面示"腹腺前部"（SGa）、"腹腺后部"（SGp）、第 IV 腹神经节（G）、"可能是腺体分泌物的外贮液囊"（R）、"前部球形细胞"（A）、扁平细胞核（F）、纤维状细胞质（C）、"腔"（L）、体壁疏松部分（Cu）第 IV 腹板（SIV）（约×300） 5.经"腹腺前部"前部横切面示"前部球形细胞"（A）、微绒毛（Mv）、腹面正中沟（Gr）、表皮外突起（Apo）（约×1000） 6.经"腹腺前部"图 4 Cu 处横切面示"前部球形细胞"（A）、微绒毛（Mv）、体壁疏松部分（Cu）、腹面正中沟（Gr）（约×1000）



1.经"腹腺前部""腔"的横切面示"具扁平核细胞"的纤维状细胞质（C）、"腔"（L）、小管（d）（约×1000） 2."腹腺后部"一侧的横切面示"后部椭圆形细胞"（p）、液泡（Va）、细胞核（N）、核仁（Nu）（约×1000） 3."腹腺前部"超薄切片示"前部球形细胞"的线粒体（Mi）、脂质球（Li）、微绒毛（Mv）（约×7000） 4."腹腺前部"超薄切片示"前部球形细胞"的细胞核（N）、脂质球（Li）、溶酶体（Ly）（约×9000） 5."腹腺前部"超薄切片示"具扁平细胞核"的分泌颗粒（SG）、糖原颗粒（Gl）、微管（Mt）（约×18000） 6."腹腺后部"超薄切片示分泌颗粒（SG）、分泌块（S）、高尔基复合体（Go）（约×14500）